

油田注水系统节能降耗探讨

刘子洋

辽河油田安全环保技术监督中心节能监测站

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6799

[摘要] 目前, 油田注水是保持油层压力、降低原油递减率的主要措施, 同时也是油田耗电大户, 而降低注水系统耗电的关键就是提升注水系统效率, 注水系统效率是注水过程中有效功率与输入功率的比值, 反应了注水泵的能耗水平, 是注水系统的一项重要指标, 提高注水系统效率, 是节能降耗、降低成本、提高经济效益非常有效的途径。本文运用节点分析法对影响系统效率的各种因素进行了分析, 并提出提高系统效率方面的措施方法。

[关键词] 电量; 注水系统; 系统效率; 能耗

Discussion on energy saving and consumption reduction of oilfield water injection system

Liu Ziyang

Liaohu Oilfield safety and environmental protection Technical Supervision Center and energy-saving monitoring station

[Abstract] At present, the oilfield water injection is the main measures to keep the layer pressure, reduce the decline rate of crude oil, is also the oilfield power consumption, the key to reduce the power consumption of water injection system, the efficiency of water injection system is the ratio of the effective power and input power in the process of water injection, reflects the energy consumption level of water injection pump, is an important index of water injection system, improve the efficiency of water injection system, is energy saving, reduce consumption and reduce the cost, improve economic benefit is very effective. This paper uses the node analysis method to analyze the various factors affecting the system efficiency, and puts forward the measures to improve the system efficiency.

[Key words] Electricity quantity; water injection system; system efficiency; energy consumption

油田注水开发系统包括注水、油藏和举升 3 个系统。注水开发系统能耗是指在注水过程、驱替过程和举升过程中所消耗的总能量。在油田开发操作成本中, 注水开发系统能耗所产生的成本占 40%, 因此, 降低注水开发系统能耗是油田节能降本的重要方向。在注水和举升系统能耗表征模型已经明确的前提下, 建立油藏系统的能耗表征模型是对注采系统进行整体优化的关键。基于能量守恒定律, 借鉴工程流体力学方法(伯努利方程), 在分析油藏系统与注水系统相似性的基础上, 建立油藏系统能耗表征方法。油田注水开发过程中, 将油藏系统看做一个整体, 那么水从注水井注入到油藏, 再由井底渗流到采油井井底, 整个系统前后的能量是守恒的, 即油藏输入的能量等

于油藏输出的能量、油藏变化的能量、油藏损耗能量之和

一、某区块注水开发基本概况

某采油厂采油管理区共有抽油机 208 台, 注水泵 34 台、增压泵 12 台、输油泵 8 台, 加上其他用电, 2015 年日均耗电 8.964 万 KW.h, 全年耗电 3271.87 万 KW.h, 其中注水系统耗电 887.34 万 KW.h, 年注水量 103 万 m³, 注水单耗为 8.54KW.h/m³。

注水是采油管理区的耗电大户之一, 在电力非常紧张稳产基础难度大的情况下, 如何立足于现有注水技术和设备达到节能降耗的目的, 提高注水系统效率是十分必要和紧迫的工作。因此, 提高注水系统效率, 对油田的节能降耗及原油提高经济效益都具有重要的意义。

二、降低油田注水系统总体能耗的路径研究

降低注水系统能耗水平，提高注水系统效率可通过提高泵效、电机效率和管网效率实现。注水管网主要由管线、阀门、弯头及三通等组件组成。影响注水管网能耗的因素分析如下：

(1) 泵管压差损失。泵站泵管压差大一方面是因为实际注水量远小于额定排量。另外系统电压不稳定，为避免电机超负荷运行，操作人员只好控制泵出口阀，使泵在小排量、高扬程工况下运行，使泵管压差偏大。(2) 注水干线沿程管损和单井管线管损。由于管线管损受管径内径、内表面粗糙度和流体粘度影响很大，造成注水管线管损普遍较高。(3) 配水间配水节流损失。因注水井注水压力差别大，为控制注水量在配注范围内，低压注水井的高压来水剩余压力被配水间阀门节流掉了。(4) 阀门、弯头、三通等局部损失。

2.1 提高泵效

泵效=有效功率/电机输出功率×100%

=排量×(泵压-进口压力)/3.6/电机输出功率×100%

排量单位 m³/h，进出口压力单位为 MPa

正常情况下柱塞泵泵效在 75%–90%之间^[1]。

影响泵效的原因是多方面的，有凡尔漏失、回流漏失、柱塞磨损、盘根漏失、来水过滤器堵塞、低压来水管线破漏、供水来水压力低和设备保养运转状况等。而且当泵效低时，注水泵的耗电量增大。总体来说提高泵效的方法可归结为三个方面减少漏失量、保持来水压力和做好设备维护保养。

2.1.1 控制漏失量

控制漏失量可通过降低回流漏失、凡尔漏失和盘根漏失等方法进行控制。

(1) 降低回流漏失

降低回流漏失可通过以下方法：

一是使用变频调速技术来解决高压水打回流问题

通过使用变频调速器是降低能耗的最有效手段。同时可以实现注水泵负载的软启动和自动启停，延长注水设备的维修周期，从而减少注水泵和阀门的维修费用，减少人员的劳动强度。但是有一点应注意：变频器本身是耗电设备，其节电是因为降低了电机的转速，降低设备的运行参数。当运行频率大于 45 赫兹时，注水泵不是节电运行，而是高耗电运行。因此，使用变频要根据注水泵生产参数的要求来调节频率。若使用频率大于 45 赫兹时，可以改用工频生产^[2]。

二是使用合理的配套设备、生产方式

由于用变频调节时频率不能低于 20HZ，低于 20HZ 时会有

烧电机的危险，若注水泵所带水井注水量过低时可根据注水井的配注情况及时调整皮带轮、电机、柱塞大小，使注水泵的排量与配注量相匹配，若调整后仍需开回流生产可采用脉冲注水的方式来满足生产需要。

三是检查回流阀是否漏失

回流阀漏失，造成泵出口的一部分高压水又重新回到低压系统，导致注水量减少，泵效下降，能耗上升。当注水泵能耗上升，泵效下降时，要首先对回流阀进行检查，出现漏失，及时更换闸门。

(2) 降低凡尔漏失

降低凡尔漏失的主要方法是检修凡尔，由于注水泵的凡尔(进排水阀)不断地来回往复运动，凡尔总成各部件、附件因长期经受污水腐蚀、疲劳老化以及持续不断的冲击震动，导致阀门弹簧的疲劳损坏、密封面的密封性能降低，最终导致注水泵工作压力下降，泵效降低，耗电量上升，因此需要对注水泵进行维修，对凡尔进行拆卸、检修或更换。

(3) 降低盘根漏失

盘根是密封柱塞的主要部件，柱塞泵柱塞做往复运动的过程中盘根会出现不同程度的磨损，漏失量会增大，及时更换盘根可降低盘根漏失量，保持柱塞光滑、无磨损可大大降低更换盘根的频次，减少漏失量。需要注意的是盘根不可过紧，盘根过紧会增加柱塞泵往复运动过程中的阻力，使耗电量增加。

此外完善的计量系统也是监控漏失量的重要手段，通过完善计量系统来实现注水能耗和泵效的实时监测，因此应定期清洗水表保证水表的准确性。

2.1.2 保持来水压力

一般来水泵吸入压力为 0.03，因此当供水压力低于 0.03 时会降低泵效，严重时损坏泵头。因此需保持泵来水稳定：

(1) 检查来水管线有无破漏，提高来水压力，使压力稳定；

由于正常运转时每口水井的注水量是固定的，发现来水压力有变化时，要巡检来水管线，保证来水管网的压力稳定，同时提高来水的压力来降低单耗。

(2) 清洗过滤器

定期清洗过滤器，可以保持过滤器的畅通，防止因过滤器堵塞造成的供水不足，导致的泵效下降。

2.1.3 做好设备保养

对于设备来说，过硬的维护保养影响设备运行性能的因素，高质量的维护保养制约注水泵耗电。主要注意以下几点：

- (1) 定期检查压力表的准确性;
- (2) 定期检查皮带的松紧度;
- (3) 定期检查曲轴箱机油液位, 保持机油液位在合理范围内运行;
- (4) 及时更换损坏零部件;
- (5) 新泵或大修泵, 第一次换油时间为 500 小时, 以后每运转 5000 小时更换机油, 并严格加入负荷规定的润滑油;
- (6) 调整各部位间隙, 检查上紧各部位螺丝。

在规定的保养时间内, 严格操作规范设备保养, 设备运行有着不足, 如震动量变大、温度升高和声音异常等情况及时上报、及时解决。

2.2 提高电机效率

电动机的损耗包含各种形式, 有与负载电流大小基本无关的铁损、由励磁电流产生的定子铜损以及机械损耗, 还有与负载电流大小有关的定、转子铜损、杂散损耗等。即使在电动机空载情况下, 电动机的损耗也不等于零。因此需定期对电机两端进行润滑保养。

此外安装远程监控可对注水泵电流等数据实时监控, 可及时判断注水泵运转过程中存在问题, 提高问题发现解决的及时性, 降低不必要的损耗。

2.3 提高管网效率

$$\text{管网效率} = \text{平均井口压力} / \text{泵压} \times 100\%$$

提高管网效率的根本是降低平均井口压力和泵压之间的差值, 平均井口压力为个用水点压力的加权平均数, 这里的用水点也包括高压掺水。提高管网效率主要有以下方法:

(1) 选择合适泵压

泵压是由系统中压力等级最高的井决定的, 只要油压最高的水井完成配注就认为泵压是合理的, 因此应根据系统中水井压力变化选择合适的泵压值, 还要定期对管网中水井油压进行分析, 并以此对泵压值进行修定。

(2) 水井选择合适的压力系统

尽量为水井选择压力等级相近的压力系统, 可降低平均井口压力与泵压之间的差值, 水井能耗高低不是由水井本身压力决定的, 而是由系统压力决定的, 系统压力越高水井相对能耗就越大。

(3) 使用增压泵

若系统中某单井压力过高, 使用增压泵为单井注水可有效降低系统压力, 从而降低泵压, 降低整体系统能耗。

(4) 减少高压掺水

由于一般掺水压力较低, 因此高压掺水也会相应的拉低管网的平均井口压力, 降低整体的管网效率, 以注水单耗 $10\text{KW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 计算, 每 1 方掺水耗电也为 $10\text{KW} \cdot \text{h}$, 耗电较高。

(5) 检查注水管线是否结垢

管线结垢也是直接影响注水管网效率的主要原因之一, 特别是高压水井管线。注水管内壁结垢使管径变小, 阻力变大, 导致压力损失增大。为消除或减少这种损耗, 建议管线进行定期检测, 对结垢严重的管网进行了除垢处理, 保持了管网的清洁, 降低了管网损失。

(6) 提高注入水水质

注水水质差不仅会造成注入油层污染、堵塞, 提高了水井的井口压力, 同时水质差使得注水管线结垢严重, 管损增加, 最终形成注水泵出口压力上升, 相应注水能耗增加。针对这种情况, 在注水井井口应用精细过滤器, 而且要定期清理过滤器, 定期进行水井的洗井工作, 来有效的改善注入水质。同时对污水水质较差的污水处理站, 应分别进行处理工艺的全面的分析论证, 查找其中的薄弱环节, 并根据生产情况, 制定相应的污水处理改造措施, 进行工艺技术的改进或工艺改造, 同时加强生产过程中的管理, 最终达到提高水质达标率, 降低注水能耗。

三、结论

(1) 注水系统各部分的耗能存在一定差异, 所以在实际生产中, 应根据注水系统不同情况认真分析, 从而确定提高其系统效率的具体措施。

(2) 影响注水系统效率的因素及环节较多, 提高注水系统效率应从设备和技术管理两方面入手, 积极推广使用节能新工艺、新技术、新设备、新软件。实现降本增效, 提高经济效益的目标。

(3) 在较短的时期内, 设备因素是不可调整的, 技术管理因素是可调整的, 科学快速地对注水生产状态进行评价, 是提高油田日常管理水平和注水系统效率最关键、最有效、最有潜力的途径。

[参考文献]

[1]沈琛、沈秀通:《采油与注水》东营:石油大学出版社, 2000

[2]吕雪枝, 刘敏, 杨立军等.降低注水泵单耗的有效途径[J].油气田地面工程, 2008, 27(6): 51-52.